

УДК 338.2:620.92

Г.С.Трипольська, канд.екон.наук (ДУ "Інститут економіки та прогнозування НАН України", Київ)

### Економічні аспекти та державна політика у сфері виробництва електроенергії на основі відновлюваних джерел домогосподарствами в Україні

*У статті розглянуто економічні аспекти та державну політику у сфері виробництва електроенергії домогосподарствами на основі відновлюваних джерел. Було розраховано нормовану вартість електроенергії, виробленої з використанням енергії вітру та Сонця; отримані показники порівняно з відповідними чинними ставками "зеленого" тарифу. Визначено, що виробництво електроенергії на основі енергії вітру є економічно більш доцільним, ніж на основі енергії Сонця, проте залишається дорожчим, ніж використання електроенергії з мережі. Якщо домогосподарство не має доступу до мережі, то використання можливостей відновлюваної енергетики є доцільним. Запропоновано схеми, які дозволяють залучити домогосподарства до енергогенерації з відновлюваних джерел.*

*В статье рассмотрены экономические аспекты и государственная политика в сфере производства электроэнергии домохозяйствами на основе возобновляемых источников. Была рассчитана нормированная стоимость электроэнергии, произведенной с использованием энергии ветра и Солнца; полученные показатели были сравнены с соответствующими действующими ставками "зеленого" тарифа. Определено, что производство электроэнергии на основе энергии ветра является экономически более целесообразным, чем на основе энергии Солнца, однако остается более дорогим, чем использование электроэнергии от сети. Если домохозяйство не имеет доступа к сети, то использование возможностей возобновляемой энергетики является обоснованным. Предложены схемы, которые позволят привлечь домохозяйства к энергогенерации на основе возобновляемых источников.*

Виробництво енергії, особливо тепла, на основі відновлюваних джерел історично було найбільш поширене у бідних країнах Африки та в Індії. Наразі є багато прикладів виробництва електроенергії на основі відновлюваних джерел у розвинених країнах, зокрема в Канаді, Австралії та країнах ЄС. Так, обсяг виробництва електроенергії розподіленими<sup>1</sup> фотовольтаїчними станціями становить 70% від виробленої на основі Сонця електроенергії у Німеччині та 80% у США [1]. Автономну енергогенерацію можна визначити як виробництво електроенергії в межах розподільчих мереж або зі сторони споживачів [2]. Широко вживаним є таке ранжування в залежності від встановленої потужності: мікрогенерація – від 1 Вт до 5 кВт, мала генерація – від 5 кВт до 5 МВт, середня генерація – від 5 МВт до 50 МВт, решта – велика автономна енергогенерація [2]. Автономна енергогенерація дає можливість здійснювати електропо-

стачання об'єктів, які з тих чи інших причин не підключені до мережі, або підключені, але джерело енергопостачання ненадійне, або є можливість виробництва електроенергії з відновлюваних джерел із фінансових та екологічних міркувань. Такими об'єктами можуть бути приватні чи багатоквартирні будинки, ферми, дачні ділянки тощо. Отже домогосподарства можуть виробляти електроенергію і бути суб'єктами мікро- чи малої автономної енергогенерації.

Розповсюдженню автономної чи мікрогенерації в цілому і домогосподарствами зокрема сприяє поширення у світі концепції "зеленого"/пасивного будівництва, а також віддаленість окремих будинків від електричної мережі. Це є також основною рушійною силою для України – так, централізоване проведення електроенергії нерідко виявляється дорожчим, ніж встановлення автономних систем енергогенерації на основі відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Поступовий та потенційно значний розвиток даного виду енергогенерації в Україні і зумовив актуальність даної роботи.

<sup>1</sup> Розподілені фотовольтаїчні станції – сонячні електростанції, розташовані поблизу місць споживання електроенергії, наприклад, біля домогосподарств, що може бути економічно більш прийнятно та зручно, ніж у випадку централізованого енергопостачання.

Новизна полягає у проведеному розрахунку собівартості виробництва електроенергії домогосподарствами з використанням концепції нормованої вартості виробництва електроенергії (НВЕ), а також у запропонованих варіантах поширення мікрогенерації домогосподарствами, які викладені нижче.

Є низка технологічних рішень для автономної енергогенерації, особливо для енергогенерації домогосподарствами. У 2010 р. в США найбільш привабливими технологіями (з точки зору співвідношення ціна/ефективність) були технології використання енергії Сонця, міні-ТЕЦ та вітру.

Сонячні системи доцільні у випадку близькості фотовольтаїчних панелей до кінцевого споживача. При цьому не обов'язково завжди має бути сонячно – потрібен світловий день. При використанні сонячних панелей немає викидів парникових газів. Панелі можна розміщувати будь-де: на дахах, на ліхтарях, на мобільних телефонах тощо. Вони легкі, тож не потрібно підсилювати дах. У Великобританії електроенергія від панелей, розташованих на 10-15 м<sup>2</sup>, дає можливість середній родині зекономити близько третини річних витрат на електроенергію [3]. Сонячна енергогенерація може поширюватись і в міських багатоквартирних будинках, наприклад, панелі можуть бути встановлені на стінах, на жалюзі тощо. Однак, сонячні панелі дорогі – у Великобританії середня домашня система коштує 4-9 тис. фунтів за 1 кВт встановленої потужності, при тому що системи переважно мають 1,5-2 кВт потужності. Така висока ціна пояснюється тим, що "черепичні" сонячні елементи дорожчі, ніж панелі, а вбудовані панелі дорожчі за стандартні.

Вітротурбіни найкраще працюють там, де спостерігається велика швидкість вітру. Вона більша на висоті, а в густозаселених районах вітрякам можуть перешкоджати будівлі, дерева, лінії електропередач тощо. Крім того, часто спостерігається явище "не в моєму дворі", тобто коли люди не проти вітряків взагалі, однак не хочуть ставити їх ні в себе у дворі, ні бачити та чути поруч. Енергія, вироблена вітряками, є дешевшою, ніж та, що вироблена на мікроСЕС, однак обладнання для мікроВЕС теж недешево. Так, у Великобританії 1 кВт встановленої потужності коштує 3 тис.

фунтів, а системи потужністю 1,5-6 кВт коштують від 4 до 18 тис. фунтів, при тому що типова система має потужність від 2,5 до 6 кВт [3]. При використанні вітряків доцільно встановлювати обладнання для зберігання енергії, а також бути підключеним до мережі (щоб енергію продавати, а також брати з мережі, коли немає вітру і коли немає обладнання для зберігання енергії).

У випадку наявності можливості приєднання до мережі домогосподарство може виробляти принаймні частину споживаної електроенергії, що особливо актуально для країн, де електроенергія дорога (наприклад, у США). Доцільність залежить від отримуваних субсидій (як державних, так і регіональних, чи навіть тих, які надають енергогенеруючі компанії). У випадку останніх компанії можуть бути зацікавлені у купівлі додаткової електроенергії для зниження пікового навантаження [4].

У міні-ТЕЦ можна використовувати природний газ або паливні комірочки [5] для виробництва електроенергії, а надлишкову пару застосувати для обігрівання будинку та нагрівання води, так що ефективність перетворення палива на корисну енергію може бути аж до 90%. У багатьох розвинутих країнах представлені моделі, які пропонують резервне електропостачання (до 2 кВт) у випадку неполадок в основній мережі. Вироблена електроенергія може використовуватись як для потреб домогосподарства, так і для продажу до мережі. Міні-ТЕЦ на паливних комірках ефективна у великих будинках (понад 300 м<sup>2</sup>), оскільки виробляє в середньому від 120 кВт·год електроенергії на добу, що дозволяє працювати як необхідним електропристроєм (таким як холодильники), так і додатковим, зокрема, підлогою із підігрівом, саунам, міні-басейнам тощо [4].

Привабливою для автономної енергогенерації є біомаса. Щоправда, сировина, зокрема лісові та сільськогосподарські відходи, має розташовуватись поблизу місць утилізації, оскільки великі витрати на перевезення є важливим чинником, що збільшує нормовану вартість електроенергії.

У технічному плані є низка недоліків використання автономних систем енергогенерації на основі ВДЕ, зокрема:

- системи не завжди надійні, тож варто мати запасний генератор та системи зберігання ене-

ргії (акумулятори, батареї тощо). Якщо система не працює, то вплив на довкілля запасних генераторів більший, ніж в енергопостачальній компанії;

- системи недешеві. При тому, що енергія практично безкоштовна, обладнання залишається дорогим, тож вироблена електроенергія поки що дорожча за ту, що отримується з мережі [6].

У 2012 р. в США встановлена потужність сонячних електростанцій (СЕС) зросла на 76% завдяки зменшенню витрат; у пустелях будуються нові СЕС потужністю 550 та 250 МВт, однак прогнозується, що значно більше потужностей буде встановлено у житловому секторі [8].

Відповідно до звіту Міжнародного агентства з відновлюваної енергетики (IRENA) [7], на територіях, де є достатньо енергії Сонця та вітру, виробництво електроенергії на основі ВДЕ є дешевшим варіантом виробництва електроенергії для автономних систем. Так, у багатьох країнах електроенергія на основі Сонця є дешевшою, ніж та, що вироблена дизель-генераторами. Було проаналізовано п'ять технологій та їх вартісні характеристики, зокрема, нормована вартість виробництва електроенергії. Попри те, що нормована вартість виробництва залишається високою, вона має значний потенціал для швидкого зниження, оскільки досить швидко зменшується ціна обладнання. Так, вартість кристалічних силіконових модулів у Німеччині зменшилась більше ніж удвічі (до 1 тис. дол. США/кВт). Світові показники нормованої вартості електроенергії, виробленої на основі енергії Сонця, становлять 0,16-0,36 дол. США/кВт, а типова НВЕ для технологій використання викопного палива – 0,6-0,12 дол. США/кВт у країнах ОЕСД. НВЕ для систем концентровано-

го сонячного випромінювання може бути всього 0,14 дол. США/кВт; біомаси – 0,6 дол. США/кВт; вітру – 0,4 дол. США/кВт. Крім того, виникає ефект економії від масштабу.

Такі висновки співпадають і з тими, що отримані World Research Institute, який зазначає, що завдяки простоті у транспортуванні сонячних модулів фотовольтаїка є більш важливим та глобальним ринком, ніж вітер, турбіни для якого транспортувати менш зручно [9].

Відповідно до звіту IMS Research [10] (Великобританія), що досліджує світову галузь електроніки, вартість виробництва електроенергії на основі концентрованої фотовольтаїки знижуватиметься на 16% щорічно до 2016 р., чому сприятимуть ефект від масштабу та істотні технологічні вдосконалення низки компаній – провідних виробників обладнання [11].

Для залучення домогосподарств до енергогенерації у Великобританії було запроваджено схему "зеленого" тарифу, що допоможе довести використання енергії з відновлюваних джерел до 15% від загального енергоспоживання у 2020 р. Ця схема є надзвичайно результативною, про що свідчить кількість установок з виробництва електроенергії у домогосподарствах (таблиця 1) [12].

Як видно з наведеної таблиці, у Великобританії домогосподарствами кількісно встановлено більше малих гідроелектростанцій (ГЕС), вітроелектростанцій (ВЕС), міні-ТЕЦ та СЕС, ніж іншими видами виробників. При цьому встановлена потужність СЕС домогосподарств майже втричі більша, ніж СЕС інших видів виробників, а встановлена потужність міні-ТЕЦ – у 140 разів вища.

**Таблиця 1. Потужності установок з виробництва електроенергії у Великобританії, зареєстрованих з 1.04.2010 р. до 31.12.2012 р., власники яких отримують "зелений" тариф**

	Домогосподарства		Інші виробники	
	Кількість установок	Встановлена потужність, МВт	Кількість установок	Встановлена потужність, МВт
Біогаз	0	0	37	31,387
Малі ГЕС	224	2,609	123	31,612
СЕС	342382	1111,154	11052	376,592
Вітер	3069	29,412	1008	72,406
Міні-ТЕЦ	420	0,427	3	0,003

Джерело: Feed-in tariffs. The information site for the new guaranteed payments for renewable electricity in the UK. <http://www.fitariffs.co.uk/statistics/>

Поширюється виробництво електроенергії домогосподарствами на основі енергії Сонця й у Китаї. Поки що обсяг електроенергії, виробленої розподіленими фотовольтаїчними системами, менше 1% від загального обсягу виробництва електроенергії СЕС. Малі СЕС для домогосподарств мають потужність у середньому 3 кВт і дозволяють виробляти усереднено 10 кВт·год електроенергії щоденно (у південних провінціях), чого достатньо для забезпечення енергією будинку на 2 дні. Дозвіл на підключення до мережі автономних фотовольтаїчних модулів потужністю не більше 6 МВт надається Національними Мережами. В цілому ж 1 кВт встановленої потужності коштує у Китаї 2,2 дол. США для домогосподарств та 1,8 дол. США для підприємств, оскільки останні отримують субсидію. Розподілена енергогенерація прийнятна для Китаю тим, що дозволяє контролювати та економити споживання викопного палива, стимулювати виробництво фотовольтаїчного обладнання, а також забезпечити систему теплопостачання південних провінцій [1]. У 2013 р. ЄС розпочав антидемпінгове розслідування проти китайських виробників сонячних панелей, а також ввів заборонювальні мита, що стало однією з причин їх часткової переорієнтації на внутрішній ринок. З підтримкою Німеччини ринок ЄС знову став відкритий для китайських товарів, однак внутрішній ринок сонячних панелей у Китаї продовжує зростати, а потужність сонячних панелей, встановлених у 2013 р., очікувано складе 6 ГВт [13].

Для стимулювання автономної енергогенерації у світовій практиці використовуються різні інструменти. Так, в Австралії до 2009 р. діяла Програма віддаленої енергогенерації з відновлюваних джерел. Застосовуються спеціальні знижки (off grid and remote power system rebates), а також введено субсидію кредитування енергогенерації на основі Сонця (Solar Credits). Кредитні програми діють з 2010 р., коли в країні було взято зобов'язання щодо використання енергії з відновлюваних джерел обсягом 20% до 2020 р., і доступні для осіб, зацікавлених у встановленні сонячних автономних енергосистем. Сама система кредитування базується на Сертифікатах з відновлюваної енергетики (Renewable Energy Certificates),

які віднедавна стали називатися Сертифікатами маломасштабних технологій (small-scale technology certificates). Сертифікати з відновлюваної енергетики видаються регулятором, який слідкує за досягненням цілі споживання енергії з ВДЕ у розмірі 20% до 2020 р. Сертифікати видаються, коли обладнання вже встановлене. Їх можна перевести в готівку, а ціна на сертифікати змінюється. Вимоги для отримання кредитів на автономну енергогенерацію в Австралії нескладні: система має бути маломасштабною (технології – Сонце, вітер, вода), обладнання має бути встановлене у/на дозволені приміщеннях і це має бути нова система. Сутність її у тому, що це є разова знижка на придбання системи автономної енергогенерації. Програма поширюється на домогосподарства, малий бізнес та невеликі об'єкти соціальної інфраструктури (школи тощо). Встановлена потужність енергосистеми не має значення для отримання субсидії [14].

Гнучкі, невеликі та численні форми автономної енергогенерації вимагають інших правил роботи та організації мереж, ніж ті, що діють при централізованій енергогенерації [15]. Поширення автономної енергогенерації експерти енергетичної галузі відмічають як великий крок до зміни (чи навіть усунення) системи централізованої енергогенерації, оскільки електроенергія, вироблена домогосподарствами і ними ж спожита, не вся надходить до мережі (як наслідок, зменшення доходів операторів передавальних мереж); деякі джерела енергії (наприклад, енергія Сонця) дозволяють знизити пікове навантаження у мережі. Коли це пошириться в Україні – лише питання часу.

Потенціал енергогенерації домогосподарствами в Україні немалий – виробляти електроенергію переважно можуть мешканці приватних будинків, а також є схеми для виробництва електроенергії жителями багатоквартирних будинків. У 2009 р. житловий фонд України налічував 19,3 млн будівель загальною площею 1086 млн м<sup>2</sup> [16]. У 2008 р. домогосподарства спожили 272 млн МВт·год електроенергії. 64,2% будівель розташовані в містах. Половина будинків розраховані на проживання в них однієї родини. 92,2% – приватні будинки, решта – у комунальній та державній власності [17]. Очевидно, що найбільш придатні для

енергогенерації приватні будинки на одну чи декілька родин, ніж багатоквартирні будинки, оскільки в них права власності на енергетичне обладнання є більш чіткими та простіше отримати згоду на виробництво електроенергії усіх мешканців. За оцінками О.Аннаєва [18], максимальний річний технічний потенціал виробництва електроенергії лише фотовольтаїчними панелями, встановленими на приватних будинках у домогосподарствах, становить 333,7 ТВт·год.

Розглянемо, які умови передбачені чинним законодавством для виробництва електроенергії домогосподарствами. Найважливішою з них є та, що встановлено ставку "зеленого" тарифу для домогосподарств для СЕС потужністю до 10 кВт у розмірі 4,63 грн/кВт·год (таблиця 3). Закон України "Про електроенергетику" визначає, що електроенергія, вироблена з енергії Сонця домогосподарствами, встановлена потужність яких не перевищує 10 кВт, купується енергопостачальниками за "зеленим" тарифом в обсязі, що перевищує місячне споживання електроенергії такими домогосподарствами (з 2014 року). Для виробництва електроенергії за рахунок енергії Сонця домогосподарствами ліцензія не потрібна. Якщо електроенергія вироблена вітряком чи з використанням інших технологій, то виробник електроенергії має отримати ліцензію для продажу електроенергії за "зеленим" тарифом на оптовому ринку електроенергії. В той же час, умови та правила здійснення підприємницької діяльності з виробництва електроенергії передбачають, що виробляти та продавати електроенергію за "зеленим" тарифом можуть лише суб'єкти підприємницької діяльності (підприємства або приватні підприємці) за наявності ліцензії [19]. Зазначені правила також передбачають, що ліцензія на виробництво електроенергії з ВДЕ є обов'язковою, якщо обладнання має потужність не менше 10 МВт, або якщо суб'єкти мають намір продавати електроенергію до оптового ринку незалежно від встановленої потужності. За відсутності економічних стимулів купівлі "зеленої" електроенергії за прямими контрактами ДП "Енергоринок" є фактично єдиним покупцем "зеленої" електроенергії, з чого слідує, що отримання ліцензії має бути обов'язковим і для домогосподарств, які продаватимуть електро-

енергію на оптовий ринок, що створює не лише правову колізію, але й можливості для зловживань із боку енергопостачальних організацій.

Для підключення до мережі домогосподарству необхідно встановити автоматичні вимірювальні системи вартістю до 8 тис. дол. США, а також здійснити нові підключення до мережі, оскільки в Україні трансформатори та підстанції не розраховані на двосторонню передачу електроенергії. На практиці обленерго не завжди схильні підключати до місцевих (локальних) мереж малих виробників [18]. Це є додатковим ризиком для домогосподарства, якщо згадати, що "зелений" тариф в Україні надається після будівництва об'єкта, тож можлива ситуація, що домогосподарство інвестувало в обладнання, однак не змогло підключитися до мережі і не змогло отримати "зелений" тариф. Хоча, відповідно до Закону України "Про електроенергетику", енергопостачальники, які передають електроенергію, використовуючи власні мережі, не мають права відмовити в доступі до цих мереж суб'єктам господарювання, які виробляють електроенергію з ВДЕ. Приєднання до електромережі об'єктів на основі ВДЕ в Україні регулюються Правилами приєднання когенераційних установок до електричних мереж, затвердженими постановою НКРЕ від 21.01.2006 р. № 47 та Правилами приєднання електроустановок до електричних мереж, затвердженими постановою НКРЕ від 17.01.2013 р. [19].

Електростанції приєднані до локальних мереж, тож потенційно можуть вивести з ладу електромережі регіонального чи державного значення. У цьому випадку вони можуть бути класифіковані як будівельні об'єкти IV-V категорій складності, тож підлягатимуть обов'язковій експертизі щодо додержання правил санітарно-епідеміологічного благополуччя населення, екології, охорони праці, енергозбереження, пожежної безпеки, технічної, ядерної та радіаційної безпеки, довговічності, надійності й необхідного строку експлуатації [19].

Приєднання до мережі фінансується залежно від часу одержання технічних умов на приєднання та початку будівництва енергогенеруючого об'єкта. Так, якщо технічні умови були видані до 01.01.2013 р., а будівництво розпочате до 01.07.2013 р., то 50% витрат на приєднання фі-

нанується за рахунок коштів, передбачених у тарифах на передачу електроенергії, а 50% – за рахунок фінансової допомоги, що надається виробникам електропередавальної організації [20]. Проектно-кошторисну документацію для приєднання до мережі здійснює електропередавальна організація, а фінансується вона за рахунок коштів, передбачених у тарифах на передачу електроенергії, та/або за рахунок поворотної фінансової допомоги, яка надається замовником електропередавальної організації. Термін повернення фінансової допомоги визначатиметься НКРЕ у Порядку фінансування послуг із приєднання електроустановок до електромереж, який має бути розроблений і затверджений НКРЕ, і не перевищуватиме 10 років [19]. Щодо об'єктів, які не відповідають зазначеним умовам, вітчизняне законодавство прямо не вказує, що під'єднання повинне бути платним для суб'єкта, що намагається підключитися до мережі.

Розглянемо собівартість виробництва електроенергії з відновлюваних джерел в Україні, використовуючи концепцію нормованої вартості електроенергії (НВЕ), яка дозволяє порівнювати вартість виробництва електроенергії з використанням різних технологій протягом часу їхньої експлуатації [21]. Показник НВЕ відповідає вартості енергії, яка була б за відсутності специфічних технологічних чи економічних ризиків, тож є певна різниця між дійсними економічними витратами на реальних ринках електроенергії з розрахованими показниками НВЕ, проте ця різниця незначна [22]. Розрахунок НВЕ зручний для низькоконкурентних ринків електроенергії і з фіксо-

ваною ціною електроенергії [21]. При розрахунку НВЕ зазвичай не враховуються податки, субсидії, податкові стимули, що особливо зручно для технологій з високими капітальними витратами і низькими операційними витратами, таких як відновлювані джерела енергії [23]. Врахування оподаткування, субсидій та стимуляційних заходів передбачене у підходах дисконтованого потоку готівкових коштів, і саме вони використовуються для розрахунку доцільності реальних проектів [22]. Розрахуємо НВЕ за формулою:

$$HBE = P_{El} = \frac{\sum^t (Inv^t + O\&M^t + F^t + Decom^t) * (1+r)^{-t}}{\sum (El^t * (1+r)^{-t})}, \quad (1)$$

де  $P_{El}$  – ціна електроенергії;  $t$  – рік виробництва та продажу електроенергії;  $Inv^t$  – інвестиційні витрати у році  $t$ ;  $O\&M^t$  – експлуатаційні витрати у році  $t$ ;  $F^t$  – вартість палива у році  $t$ ;  $Decom^t$  – вартість виведення з експлуатації у році  $t$ ;  $El^t$  – обсяг виробництва електроенергії у році  $t$ ;  $R$  – ставка дисконтування.

На основі методології МЕА було використано припущення, що вартість виведення з експлуатації становить 5% витрат на будівництво; очікуваний період експлуатації установок вітрових і сонячних електростанцій – 25 років. Сонячні електростанції потужністю до 10 кВт були збудовані "за 1 ніч", як і малі ВЕС. Припускалося, що середньозважена вартість капіталу складає 14% [24]. Для розрахунків були використані дані про реальні проекти відновлюваної енергетики України з відомими даними про вартість проекту, встановлену потужність, обсяг річного виробництва електроенергії (таблиця 2).

Таблиця 2. Припущення про об'єкти відновлюваної енергетики, які можуть застосувати домогосподарства

Технологія	Експлуатаційні витрати	Інвестиції, тис. дол.США/кВт	Встановлена потужність, МВт <sub>с</sub> , кВт	КВВП, %
ВЕС 1 кВт	25%	5	1	34
ВЕС 3 кВт		2,5	3	
ВЕС 5 кВт		2	5	
СЕС до 5 кВт	6,5 дол.США/кВт	5	4	14
СЕС від 6 до 9 кВт		5	9	
СЕС від 10 до 20 кВт		4,5	19	

Джерела: Renewable Energy Technologies: Cost Analysis Series: Wind Power

[http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/RE\\_Technologies\\_Cost\\_Analysis-WIND\\_POWER.pdf](http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/RE_Technologies_Cost_Analysis-WIND_POWER.pdf); Renewable Energy Technologies: Cost Analysis Series Volume 1: Power Sector Issue 4/5 Solar Photovoltaics.

[http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/RE\\_Technologies\\_Cost\\_Analysis-SOLAR\\_PV.pdf](http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/RE_Technologies_Cost_Analysis-SOLAR_PV.pdf)

Отримані результати розрахунків для двох технологій та відповідні показники "зеленого" тарифу в Україні наведено в таблиці 3. Саме ці технології були проаналізовані, оскільки вони мають найбільші перспективи бути поширеними у домогосподарствах України.

**Таблиця 3. Нормована вартість "зеленої" електроенергії в Україні та ставки "зелених" тарифів, грн/кВт·год**

Технологія	НВЕ	"Зелений" тариф
ВЕС 3 кВт <sup>2</sup>	3,8263	1,2277
ВЕС 5 кВт <sup>3</sup>	2,5509	
СЕС для домогосподарств до 5 кВт	8,9029	4,63
СЕС для домогосподарств від 5 до 10 кВт	7,4277	

*Джерело:* власні розрахунки.

Як видно з таблиці 3, малі ВЕС є більш економічно привабливими для домогосподарств, ніж малі фотовольтаїчні системи. На думку МЕА, фотовольтаїчні системи очікувано будуть вигідними завдяки державній підтримці галузі в більшості країн. У 2020 р. НВЕ великих фотовольтаїчних систем очікувано становитиме 0,105-0,21 дол. США/кВт·год та 0,16-0,315 дол. США/кВт·год для домогосподарств [25].

Отриманий розмір НВЕ для невеликих фотовольтаїчних систем є надзвичайно високим через високу ціну обладнання та порівняно малу встановлену потужність об'єктів – зазвичай фотовольтаїчні системи домогосподарств не перевищують 20 кВт і розміщуються на дахах [22]. Крім того, ціни на електроенергію для домогосподарств в Україні є низькими, а сонячний ресурс для прийняттого рівня енергогенерації є достатньо високим не у всіх регіонах. Очевидно, що коли НВЕ фотовольтаїчної системи менша, ніж тариф на електроенергію для побутових споживачів, то лише в цьому випадку домогосподарствам доцільно виробляти електроенергію і користуватися нею, якщо немає доступу до мережі. Це обмежує сферу використання фотовольтаїчних систем домогосподарствами. Таким чином, в Україні мікрогенерація поки що залишається недоцільною

для господарств, які мають доступ до мережі. Частково подолати цю проблему може введення так званої системи "чистого виміру"<sup>4</sup> (net metering), однак її слабкою стороною є значні можливості для зловживань. З іншого боку, відповідно до оновленої Енергетичної стратегії України, собівартість виробництва та доставки електроенергії до 2030 р. зросте на 80%, тож і тарифи на неї стануть значно вищими за ті, що діють у 2013 р.

У випадку, якщо державна політика в Україні зміниться на користь стимулювання енергогенерації домогосподарствами, а не великим бізнесом, то на основі отриманих розрахунків можна диференціювати коефіцієнти "зеленого" тарифу залежно від встановленої потужності від 10 до 20 кВт, від 5 до 10 кВт та до 5 кВт відповідно. Для залучення домогосподарств у виробництво електроенергії з відновлюваних джерел необхідні довгострокові кредитні програми. В Україні є доцільними переважно великі проекти з використання енергії з відновлюваних джерел. Іншими словами, виробляти електроенергію для власних потреб варто лише тим суб'єктам, які взагалі не мають доступу до мережі. Бути приєднаним до мережі і встановлювати пристрої для зберігання енергії з тим, щоб надалі продавати її у мережу, недоцільно. Процедура отримання дозвільної документації ускладнена, що, разом з високими транзакційними витратами, поки що робить "зелений" тариф таким, яким домогосподарства на практиці скористатися не можуть. При цьому, у випадку наявності та віддачі надлишкової електроенергії до мережі, малі станції дозволяють збільшити обсяг маневрених потужностей у структурі енергосистеми.

Є й інші причини, які можуть спонукати державу розвивати мікрогенерацію, зокрема, аргумент щодо стимулювання національного виробника. Так, у Німеччині система "зелених" тарифів була впроваджена для спорудження виробничих потужностей та зниження витрат на виробництво електроенергії шляхом технологічного прогресу і забезпечення економії від масштабу у вітчизняній сонячній енергетиці [18]. Можна припустити, що по мірі насичення вітчизняного ринку промисло-

<sup>2</sup> При малій встановленій потужності обладнання може і не виявитись електроенергії, яку можна здавати в мережу, а господарство використовуватиме її для власних потреб.

<sup>3</sup> За умови використання обладнання без акумуляторів.

<sup>4</sup> Система, за якої надлишок виробленої електроенергії з ВДЕ кредитується електропостачальною компанією.

вим енергогенеруючим обладнанням вітчизняні виробники можуть налагодити виробництво малопотужного енергогенеруючого обладнання для домогосподарств. Особливо це стосується виробництва полікристалічних модулів та розширення виробництва обладнання для вітроенергетики (для мікропотужностей). Щоправда, дана ніша у світі зайнята китайськими виробниками. Їхнє розширення на ринки ЄС дещо стримали відповідні антидемпінгові розслідування, в той час як українська сторона такі розслідування не ініціює. У випадку ж розширення бізнесу фотовольтаїчних модулів для домогосподарств виробники могли б лобювати подальшу градацію та навіть збільшення ставок "зелених" тарифів для домогосподарств в Україні.

Як показано в таблиці 2, інвестиції для виробництва "зеленої" електроенергії домогосподарствами мають бути значні: якщо домогосподарство не має доступу до мережі і виробляє електроенергію на основі ВДЕ, з тим, щоб надлишкову енергію продавати до мережі, то, зважаючи на необхідні високі інвестиції, виявляється, що в Україні виробляти "зелену" електроенергію можуть собі дозволити лише заможні громадяни (а також великі компанії, які фактично намагаються монополізувати ринок електроенергії з ВДЕ, що не є предметом даної статті).

Збільшення автономної енергогенерації повинне бути передбачене та підкріплене відповідними регіональними програмами, для чого має

бути встановлена ціль, часовий інтервал та, головне, механізми досягнення мети. Нами були проаналізовані регіональні програми розвитку більшості областей України. В них немає відповідних індикативних цілей збільшення автономної енергогенерації. На регіональному рівні основними перешкодами для просування мікрогенерації є фінансова, а також бюрократичні перешкоди. Якщо загадати, що мешканці регіонів України, як і відповідні обласні бюджети, мають невисокі доходи, то цілком зрозуміло, що ні за кошти місцевих бюджетів, ні переважно за кошти домогосподарств програми зі збільшення мікрогенерації фінансовані бути не можуть. Щоправда, практично всі регіональні (обласні) програми з підвищення енергоефективності передбачають переведення багатьох об'єктів соціальної інфраструктури на опалення тріскою, тирсою, енергетичними рослинами тощо. А галузева програма енергоефективності у будівництві на 2010-2014 роки передбачає використання ВДЕ для зменшення споживання природного газу. При будівництві нового об'єкта будівельні компанії повинні надавати енергетичні паспорти нових будівель, однак на практиці такі документи навіть не готуються.

Існують схеми, спрямовані на стимулювання енергогенерації домогосподарствами в цілому та багатоквартирними будинками зокрема. Аналіз наявної літератури дозволяє виділити дві схеми залучення домогосподарств (адаптовано з [18]), а також підкреслити їхні принципові відмінності (таблиця 4):

Таблиця 4. Основні відмінності моделей "спільної власності" та "договорів на купівлю електроенергії"

	Спільна власність	Договори на купівлю електроенергії
Чи потрібно ОСББ	Ні	Так
Права власності на енергогенеруюче обладнання	Так	Ні
Через кого продається електроенергія ДП "Енергоринок"	Через облenerго	Через компанію-посередника
Джерело доходу для домогосподарств	"Зелений" тариф	Орендна плата

Джерело: адаптовано з Annaev, A. Capitalising Power, Sparking Interest: Deployment of Residential Photovoltaic Installations under Uncertain Conditions for Ukraine's Renewable Energy Industry. MSc Thesis. 7.09.2012.



1) Обладнання у *спільній власності* домогосподарств. У країнах ЄС практикується, що домогосподарства інвестують у проект, отримуючи або дешевшу електроенергію, або прибуток від продажу виробленої електроенергії [26]. В Україні ж можливе встановлення систем з виробництва електроенергії на багатоквартирних будинках або малих систем на приватних будинках (у випадку фотовольтаїчних систем) чи поблизу них (у випадку вітряків) з тим, що домогосподарства купують пропорційне право власності у фотовольтаїчній системі. При такій системі простіше зібрати початкові інвестиції. Посередником між домогосподарствами, які беруть участь у виробництві "зеленої" електроенергії (далі – учасники) та оптовим ринком (в особі ДП "Енергоринок") можуть виступити обленерго, встановивши лічильники та проводячи платежі за вироблену електроенергію. На багатоквартирний будинок потрібно встановити лише один лічильник, а потенційний прибуток за вироблену електроенергію може розподілятися між домогосподарствами-учасниками виробництва електроенергії пропорційно їхній частці участі у схемі; прибуток буде зменшений на розмір витрат на щомісячне споживання електроенергії кожним учасником, а також на витрати, що виникають від необхідності підтримання роботи системи. Можна припустити, що обленерго можуть бути зацікавлені у посередництві за умови стягнення платні з учасників прямо пропорційно обсягу виробленої електроенергії (та, як наслідок, отриманого прибутку).

2) Укладання довгострокових *договорів на купівлю електроенергії*. Домогосподарства-учасники виробляють електроенергію і продають її не обленерго, а посередницьким організаціям. Витрати на приєднання до мережі несуть посередницькі організації, які орендують стіни/дах/територію поблизу будівель для розміщення на них енергогенеруючого обладнання. Плата за оренду, отримана від посередницьких організацій, може бути спрямована на ремонт будівлі, забезпечення охорони чи задоволення будь-яких інших потреб на утримання будинку. В учасників немає прав власності на обладнання, а їхня вигода полягає в отриманні орендної плати. Недоліком даної системи є те, що влас-

ники будівель можуть вимагати завищену плату за право користування своїми стінами/дахом тощо. Чим більше людей у будинку, тим складніше досягти консенсусу.

Слід зазначити, що друга схема є більш прийнятною для умов України, і обидві схеми можуть запрацювати в майбутньому, коли собівартість виробленої "зеленої" електроенергії буде нижчою, що стане можливим завдяки технологічним удосконаленням та здешевленню обладнання, а також ефекту від масштабу. В середньостроковій перспективі це дасть можливість домогосподарствам паралельно використовувати як власну вироблену електроенергію, так і ту, яка отримана з мережі, що вже практикується в багатьох розвинених країнах. Для цього необхідно розробити процедуру підключення до мережі домогосподарств та здешевити її (або передбачити механізм відшкодування витрат на придбання лічильників та інші елементи підключення тощо). Хорошим прикладом розробленої процедури підключення є британські "Інженерні рекомендації G83/2" ("Рекомендації для під'єднання типових випробуваних малих вбудованих генераторів (до 16А на фазу) паралельно з низьковольтними розподільчими системами") [27], що є набором документів, у яких визначаються стандарти та набір технічних вимог.

**Висновки.** Отже, в Україні нормована вартість електроенергії, виробленої домогосподарствами на основі ВДЕ, поки що вища за вартість електроенергії, отриманої з мережі. Для домогосподарств, що мають доступ до електропостачальної мережі, використання можливостей автономної енергогенерації в Україні поки що не є економічно доцільним. Основною перешкодою для цього є висока ціна обладнання та потреба у значних початкових інвестиціях. Проте, якщо домогосподарство не має доступу до мережі, нерідко виявляється дешевшим використовувати можливості відновлюваної енергетики, аніж самостійно підключатися до мережі централізованого енергопостачання. В середньостроковій перспективі вищі тарифи на електроенергію разом із дешевшим обладнанням вже можуть зробити автономну мікрогенерацію економічно доцільною. Для того, щоб відновлювана енергетика стала більш досту-

пною для домогосподарств, а не лише для великого бізнесу, потрібні відповідні державні програми. Якщо державна політика хоча б частково буде орієнтована на мікрогенерацію, доцільно ввести кредитні програми для придбання дорогого обладнання, сприяти популяризації схем мікрогенерації домогосподарствами з посередництвом як обленерго, так і закупівельних компаній. У найближчі роки очікувано автономна енергогенерація не стане повноцінною заміною централізованому енергопостачанню, однак надаватиме певні переваги, зокрема сприятиме зменшенню викидів парникових газів, дозволить отримувати додаткові прибутки чи надаватиме можливості для задоволення побутових потреб будинків.

1. *Household solar power generation blooms in China* 26.01.2013 <http://english.peopledaily.com.cn/90882/8108751.html>
2. *Distributed generation: a definition* Ackermann, T., Andersson, G., Södera, L. *Electric Power Systems Research* Vol. 57, Issue 3, 20 April 2001, P. 195–204.
3. *Home Power Generation* <http://www.electricity-guide.org.uk/home-power-generation.html>
4. *Wollenhaupt G.* Three ways to generate electricity at home 19.12.2010 <http://www.proudgreenhome.com/article/178382/3-ways-to-generate-electricity-at-home>
5. *ClearEdge Power.* 2010. [http://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/htac\\_02\\_2011\\_clearedge\\_upp.pdf](http://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/htac_02_2011_clearedge_upp.pdf)
6. *Living Off the Grid: How to Generate Your Own Electricity* Ritzman, B. <http://www.todayshomeowner.com/living-off-the-grid-generating-your-own-electricity/>
7. *Renewable Power Generation Costs.* IRENA. 2012. [http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/Renewable\\_Power\\_Generation\\_Costs.pdf](http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/Renewable_Power_Generation_Costs.pdf)
8. *Karel Beckman.* Why solar power means the end of the world for some of us. 7 June 2013 <http://www.energypost.eu/index.php/why-solar-power-means-the-end-of-the-world-for-some-of-us/>
9. *Hall M.* Renewable energy the cheapest option for off-grid power 20.11.2012 [http://www.pv-magazine.com/news/details/beitrag/renewable-energy-the-cheapest-option-for-off-grid-power\\_100009276/#axzz2WHDrbPtp](http://www.pv-magazine.com/news/details/beitrag/renewable-energy-the-cheapest-option-for-off-grid-power_100009276/#axzz2WHDrbPtp)
10. *Concentrated PV (CPV) – World – 2012.* 2012. [http://www.imsresearch.com/report/Concentrated\\_PV\\_CPV\\_World\\_2012](http://www.imsresearch.com/report/Concentrated_PV_CPV_World_2012)
11. *CPV system prices to decline 16% annually to 2016.* Becky Beetz 14.11.2012 [http://www.pv-magazine.com/news/details/beitrag/cpv-system-prices-to-decline-16-annually-to-2016\\_100009207/#ixzz2WHFvKAlM](http://www.pv-magazine.com/news/details/beitrag/cpv-system-prices-to-decline-16-annually-to-2016_100009207/#ixzz2WHFvKAlM)
12. *Feed-in tariffs.* The information site for the new guaranteed payments for renewable electricity in the UK. <http://www.fitariffs.co.uk/statistics/>
13. *Стародубцев В.* Панельный компромисс. Деловая столица №31-32/637-638 от 12.08.2013
14. *Off grid and remote power system rebates.* 2013. <http://www.energymatters.com.au/renewable-energy/solar-power/stand-alone-power-systems/remote-power-rebates.php>
15. *Communication from the Commission to the European Parliament and the Council.* Renewable Energy: Progressing towards the 2020 target, 31.1.2011. COM(2011) 31 final
16. *Україна у цифрах 2011 рік.* Державна служба статистики України. Статистичний збірник За редакцією Осауленка О.Г. Київ 2012 р.
17. *Worley Parsons Житловий сектор України: правові, регуляторні, інституційні, технічні та фінансові аспекти,* 2011 [http://www.teplydim.com.ua/static/storage/files/files/Market\\_Assessment\\_Report%20-%20Final\\_UKR\\_2011-08-31.pdf](http://www.teplydim.com.ua/static/storage/files/files/Market_Assessment_Report%20-%20Final_UKR_2011-08-31.pdf)
18. *Annaev, A. Capitalising Power, Sparking Interest: Deployment of Residential Photovoltaic Installations under Uncertain Conditions for Ukraine's Renewable Energy Industry.* MSc Thesis. 7.09.2012.
19. *Стимулювання відновлюваної енергетики в Україні за допомогою "зеленого" тарифу.* Посібник для інвесторів. Консультативна програма IFC в Європі та Центральній Азії. 2012. Міжнародна Фінансова Корпорація.
20. *Закон України № 5021-VI "Про внесення змін до деяких законів України щодо плати за приєднання до мереж суб'єктів природних монополій"*
21. *Projected Costs of Generating Electricity. 2010.* International Energy Agency, Nuclear Energy Agency, Organisation for Economic Co-operation and Development [http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2010/projected\\_costs.pdf](http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2010/projected_costs.pdf)
22. *Renewable Energy Technologies: Cost Analysis Series Volume 1: Power Sector Issue 4/5 Solar Photovoltaics.* June 2012 [http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/RE\\_Technologies\\_Cost\\_Analysis-SOLAR\\_PV.pdf](http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/RE_Technologies_Cost_Analysis-SOLAR_PV.pdf)
23. *Tidball, R., Bluestein, J., Rodriguez, N. Et al* Cost and Performance Assumptions for Modeling Electricity Generation Technologies 2010 <http://www.nrel.gov/docs/fy11osti/48595.pdf>
24. *ДТЕК.* <http://www.dtek.com/>
25. *Technology Roadmap.* Solar photovoltaic energy International Energy Agency, 2010. [http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/pv\\_roadmap.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/pv_roadmap.pdf)
26. *Benefit-Sharing Mechanisms in Renewable Energy.* <http://www.erec.org/projects/other-projects/reshare.html>
27. *Engineering Recommendations G83/2* <http://www.energynetworks.org/electricity/engineering/distributed-generation/>